

明 細 書

電子機能材料の配向処理方法と薄膜トランジスタ

技術分野

- [0001] 本発明は、有機半導体やナノチューブなどの電子機能材料を配向させる配向処理方法及びその配向処理方法により形成した半導体層を有する薄膜トランジスタに関する。

背景技術

- [0002] 近年、有機半導体などからなる有機系の電子機能材料を用いることで、シリコンを用いた高温プロセスで必要とされる高コストの設備を準備することなく、室温かそれに近い低温でのプロセスで薄膜デバイスなどを実現できる可能性がでてきた。このような薄膜デバイスとして、半導体の性質を示す有機化合物からなる有機半導体を利用した有機半導体薄膜トランジスタ(有機TFT)、有機電界発光素子(有機EL)などが挙げられる。また、上記薄膜デバイスなどを形成する基板として、機械的フレキシビリティがあり、しなやかな性質を有するプラスチック基板や樹脂フィルムなどを使用すれば、シートライクなあるいはペーパーライクなディスプレイや電子機器などを実現できる可能性がある。
- [0003] 従来の有機系の電子機能材料技術の1つとして、ポリチオフェン系などの高分子系有機半導体材料など、特に、分子性結晶を除いた有機化合物からなる有機半導体が知られている。しかし、これは、 $0.003\sim0.01\text{cm}^2/\text{Vs}$ という依然として低いキャリア移動度しか有しておらず、実用的ではない。また、ペンタセンなどの低分子系有機半導体材料などにおいて、約 $0.3\text{cm}^2/\text{Vs}$ というキャリア移動度が得られているが、これらの有機半導体を少なくとも半導体層として使う薄膜トランジスタを実現するためには、さらにそのキャリア移動度を向上させる必要がある。
- [0004] 一方、ナノ構造からなるナノチューブ(NT)、特にカーボン(C)から作成された無機系の電子機能材料であるカーボンナノチューブ(CNT)は、導電性が非常に良好で、機械的強度が高く化学的及び熱的にもたいへん安定しており、昨今多くの研究がなされている。カーボンナノチューブは、ナノメートルオーダーの極小の直径と、ミク

ロンオーダーの長さを有していて、アスペクト比が非常に大きく、理想的な1次元システムに限りなく近い。カーボンナノチューブは、分子構造の対称性により直径と螺旋度とに応じて、高電気伝導率を有する金属性のものと、直径に反比例する大きさのバンドギャップを有する半導体性の性質を有するものとが作成される。通常、カーボンナノチューブは、その合成の際に上記金属性のものと半導体性のものとが、例えば約1:2などの比率で含まれたカーボンナノチューブ混合物として作成される。従って、カーボンナノチューブを上記薄膜トランジスタの半導体層として利用する場合には、半導体性のものを使用する必要がある。その半導体性のカーボンナノチューブを半導体層として形成した薄膜トランジスタは、チャネルのキャリア移動度が大きく、 $1000\sim 1500\text{cm}^2/\text{Vs}$ というたいへん高い値のキャリア移動度が得られている。

[0005] 上記のような高い値のキャリア移動度を有する半導体性のカーボンナノチューブを使用した従来の技術として、直径約1.6nmのカーボンナノチューブを配置し、約1.6nmの厚さの半導体層を形成するナノチューブ型の薄膜トランジスタの研究が報告されている(例えば、非特許文献1参照)。

[0006] 図7は、カーボンナノチューブを半導体層として使用した従来の薄膜トランジスタの構成を概念的に示す断面図である。

図7に示すように、この従来の薄膜トランジスタ60では、ゲート電極を兼ねるドーブされたシリコン基板61上に、酸化シリコンからなる厚さ140nmのゲート絶縁膜62が形成され、さらに、金(Au)からなるソース電極64及びドレイン電極65がゲート絶縁膜62上に対向するように配置されている。そして、半導体層として、ゲート絶縁膜62上に、ソース電極64及びドレイン電極65にまたがるように、カーボンナノチューブ63が配置されている。このカーボンナノチューブ63は、直径1.6nmの半導体性のものであり、これが原子間力顕微鏡(AFM)のマニピレーターを操作することによって配置されている。このようにして、この薄膜トランジスタ60は、無機系の電子機能材料であるカーボンナノチューブ63を半導体層として使用している。

[0007] また、カーボンナノチューブを配向させる他の従来技術が知られている(例えば、特許文献1参照)。この他の従来技術では、ポリオレフィンやポリエステルなどの高分子とカーボンナノチューブとを混合し、混合物を延伸してカーボンナノチューブを配向さ

せることによって、この高分子材料を強化している。

非特許文献1: Ph. Avouris 他、Applied Surface Science 141(1999) p
. 201-209

特許文献1: 特表2002-544356号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0008] しかし、非特許文献1の薄膜トランジスタ63のように、形状が極小さいTFT上において、原子間力顕微鏡のマニピレーターを操作することにより、無機系の電子機能材料であるナノ構造のカーボンナノチューブを配列させて固定することは、製造プロセス上、実際には困難である。さらに、プラスチック基板のようなしなやかなフレキシブル基板上で、ナノチューブからなる半導体層を形成するプロセスを進めることは困難である。
- [0009] このように、電子機能材料の配向処理方法として、略一次元形状のナノチューブの分子を、原子間力顕微鏡などの配向操作手段により、基板上で1本ずつ配列させるような配向処理方法は製造上、実用的ではない。
- [0010] また、特許文献1の従来技術を使い、電子機能材料であるカーボンナノチューブと高分子材料などの配向材料とを混合し、その高分子材料を配向処理により配向させることによって電子機能材料であるナノチューブを配向させても、配向材料である高分子材料がカーボンナノチューブ分子の間に残滓として残ったままとなり、電子機能材料としての特性が低下するという問題があった。

課題を解決するための手段

- [0011] 本発明は、このような問題に鑑みなされたものである。この問題を解決するためには、電子機能材料である有機半導体やナノチューブなどの分子を、簡便な配向処理方法によって、所定の方向により配向させて並ばせ、かつその電子機能材料の本来の特性を引き出してより向上させることにより、電子やホールの流れをより滑らかにさせ、キャリア移動度などの電気特性をより向上させる必要がある。
- [0012] そこで、本発明は、電子機能材料分子とマトリクス材料分子とを混合してより良好に配向させ、かつ電子機能材料を配向させるマトリクス材料分子を除去することにより、

さらに特性を向上させる電子機能材料の簡便な配向処理方法と、その配向処理方法を利用して特性を向上させた電子機能材料薄膜及びその製造方法と、これらを半導体層として利用した薄膜トランジスタ及びその製造方法とを提供することを目的とする。

[0013] この目的を達成するために、本発明の電子機能材料の配向処理方法は、電子機能材料と前記電子機能材料を配向させるためのマトリクス材料との混合材料を準備する混合材料準備工程と、前記混合材料を配向させる配向処理工程と、前記配向された前記混合材料の中の前記マトリクス材料を除去するマトリクス材料除去工程とを有する。これにより、電子機能材料の分子をより良好に配向させ、かつその電子機能材料分子の間に存在するマトリクス材料分子を除去することにより、電子機能材料が本来有する特性をより向上させることが簡便に可能となる。

[0014] 前記電子機能材料は、有機半導体化合物を含んでいてもよい。

[0015] 前記電子機能材料は、ナノチューブを含んでいてもよい。

前記混合材料準備工程は、前記混合材料を含んだ混合材料層を形成する混合材料層形成工程を有してもよい。

[0016] 前記配向処理工程では、延伸、ずれ変形及び液晶配向の少なくともいずれかにより前記混合材料を配向させてもよい。

[0017] 前記マトリクス材料除去工程では、加熱及びエッチングの少なくともいずれかにより前記マトリクス材料を除去してもよい。

[0018] 前記マトリクス材料は、紫外線に露光され又は電子ビームを照射された後、加熱されることにより、単量化し昇華して現像される熱現像型のレジスト材料を含んでいてもよい。

[0019] 前記マトリクス材料は、感光性のポリフタルアルデヒド系材料を含んでいてもよい。

[0020] また、本発明の電子機能材料薄膜の製造方法は、請求項1記載の電子機能材料の配向処理方法を用いて電子機能材料薄膜を形成する。

[0021] また、本発明の薄膜トランジスタの製造方法は、請求項9記載の電子機能材料薄膜の製造方法によって半導体層を構成する前記電子機能材料薄膜を形成する。

[0022] また、本発明の電子機能材料薄膜は、請求項9記載の電子機能材料薄膜の製造

方法によって得られたものである。これにより、電子機能材料の本来の特性を保持することが可能となる。

- [0023] また、本発明の薄膜トランジスタは、請求項11記載の電子機能材料薄膜で半導体層が構成されている。これにより、半導体層が電子機能材料の本来の特性を保持することが可能となる。

本発明の上記目的、他の目的、特徴、及び利点は、添付図面参照の下、以下の好適な実施態様の詳細な説明から明らかにされる。

発明の効果

- [0024] 本発明は、以上に説明した構成を有し、さらに特性を向上させる電子機能材料の簡便な配向処理方法と、その配向処理方法を利用して特性を向上させた電子機能材料薄膜及びその製造方法と、これらを半導体層として利用した薄膜トランジスタ及びその製造方法とを提供できるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

- [0025] [図1]図1は、本発明に係る電子機能材料の配向処理方法の過程を示すフローチャートである。

[図2]図2は本発明の実施の形態1に係る電子機能材料薄膜を用いた半導体デバイスの構成を模式的に示す断面図である。

[図3]図3(a)～図3(d)は、本発明の実施の形態1に係る電子機能材料薄膜の製造方法を工程別に概念的に示す断面図である。

[図4]図4(a)～図4(d)は、本発明の実施の形態2に係る電子機能材料薄膜の製造方法を工程別に概念的に示す断面図である。

[図5]図5(a)及び図5(b)は、本発明の実施の形態3に係る薄膜トランジスタの製造方法を概念的に示す断面図である。

[図6]図6は、本発明の実施の形態4に係る画像表示装置の構成を概念的に示す平面図である。

[図7]図7は、カーボンナノチューブを半導体層として使用した従来の薄膜トランジスタの構成を概念的に示す断面図である。

符号の説明

- [0026] 1, 11 電子機能材料薄膜
2, 61 基板
3, 13 混合材料層
4 マトリクス材料
5 有機半導体化合物
6, 7 電極
9 ロールコーター
15 カーボンナノチューブ材料
20, 60 薄膜トランジスタ
21 有機半導体層
23, 62 ゲート絶縁膜
25 ゲート電極
26, 64 ソース電極
27, 65 ドレイン電極
51 画像表示装置
52 プラスチック基板
53 行電極
54 列電極
55 交差点
56a, 56b 駆動回路
57 制御回路
58 ディスプレイパネル
63 半導体性のカーボンナノチューブ
201 半導体デバイス

発明を実施するための最良の形態

- [0027] 以下、本発明の好ましい実施の形態について、図面を用いて説明する。なお、以下で説明する図面において、同一又は相当する要素については同じ番号を付してその説明を省略する。

{本発明の概念}

最初に本発明の概念を説明する。

[0028] 図1は、本発明に係る電子機能材料の配向処理方法の過程を示すフローチャートである。

[0029] ここでは、電子機能材料からなる薄膜(以下、電子機能材料薄膜という)の製造方法における電子機能材料の配向処理方法を例示する。

図1に示すように、この電子機能材料の配向処理方法においては、まず、混合材料準備工程を遂行する(ステップS1)。この混合材料準備工程では、電子機能材料と、電子機能材料を配向させるためのマトリクス材料とを混合して混合材料を準備する。あるいは予め電子機能材料とマトリクス材料とを混合した混合材料(以下、単に混合材料という)を準備する。この際、これらの材料を、混合しやすいように水あるいは有機溶媒などの溶媒と混合してもよい。

[0030] ここで、電子機能材料とは、電流あるいは電界の作用により有用な機能を発現することが可能な材料を意味する。このような電子機能材料としては、有機材料系の有機半導体化合物や、無機材料系のナノチューブなどの、電子やホールを良好に輸送できる電子機能材料を使用できる。また、有機材料系の有機半導体化合物と無機材料系のナノチューブとを混合した複合系電子機能材料なども使用できる。

[0031] また、マトリクス材料は、このマトリクス材料と混合された電子機能材料を所定の方向に配向させる時に必要な材料であり、電子機能材料の分子を略マトリクス的に絡ませて配置させて並ばせる。一方、このマトリクス材料は、これが残存すると電子機能材料薄膜の特性を低下させる。

[0032] 次に、混合材料層形成工程において、上述のように準備された混合材料を、印刷、スピンコート、射出、注入、インクジェット、吹き付け方法などにより、例えば基板上に塗工して、混合材料を含んだ混合材料層を形成する。

[0033] 次に、配向処理工程(ステップS2)を遂行する。この配向処理工程では、混合材料準備工程で形成された混合材料層を、配向処理によって所定のほぼ一定の方向に配向させる。この混合材料層が基板と分離された樹脂フィルムのようなものである場合には、この混合材料層を延伸させる、すなわち混合材料層の中のマトリクス材料分

子をほぼ一定の方向に平面内で延伸させる。それにより、混合材料層内部の電子機能材料の分子は、配向したマトリクス材料の分子と並んでほぼ所定の方向に配向(配列)する。また、混合材料層が基板上に形成されていて、基板に密着しているような場合には、例えば、ロールコーターなどにより、ずれ変形を掛けながら配向させてもよい。また、混合材料層が液体状のものである場合には、液晶配向処理により混合材料層を形成するとともに配向させる。この液晶配向処理の場合、マトリクス材料として液晶材料を用い、基板表面上に、例えばポリイミド配向膜のような配向膜を形成し、これを配向処理しておく必要がある。

[0034] 次に、マトリクス材料除去工程(ステップS3)を遂行する。このマトリクス材料除去工程では、配向処理工程で配向処理された混合材料層の中の少なくともマトリクス材料を除去する。具体的には、混合材料層を加熱(ベーキング)あるいはエッチングなどの方法によって、マトリクス材料を昇華あるいは溶解させることにより除去する。マトリクス材料を加熱して昇華させる場合には、熱現像が可能なマトリクス材料であることが必要である。また、マトリクス材料をエッチングして溶解除去する場合には、マトリクス材料を溶解して除去することが可能な現像液が必要である。これにより、電子機能材料を配向させるが電子機能材料薄膜の特性を確保するには不要な材料であるマトリクス材料を混合材料層から除去することができる。

[0035] 以上の工程を経て、マトリクス材料を除去し、電子機能材料を所定の方向に配向させた電子機能材料薄膜が形成される(ステップS4)。

[0036] なお、図1の電子機能材料の配向処理方法において、各工程の順序や時系列は、変更されてもよく、また、他に必要な工程が付加されてもよい。

[0037] 以上に説明した本発明の電子機能材料の配向処理方法によれば、有機半導体やナノチューブなどを含む電子機能材料の分子をマトリクス材料により良好に配向させ、かつ配向させた電子機能材料分子の間に存在するマトリクス材料分子を除去するという簡便な方法により、電子機能材料としての特性をほとんど損なうことなく電子機能材料薄膜を簡便に得ることが可能である。

[0038] 次に、本発明を具体化した実施の形態を順次説明する。

(実施の形態1)

図2は本発明の実施の形態1に係る電子機能材料薄膜を用いた半導体デバイスの構成を模式的に示す断面図である。

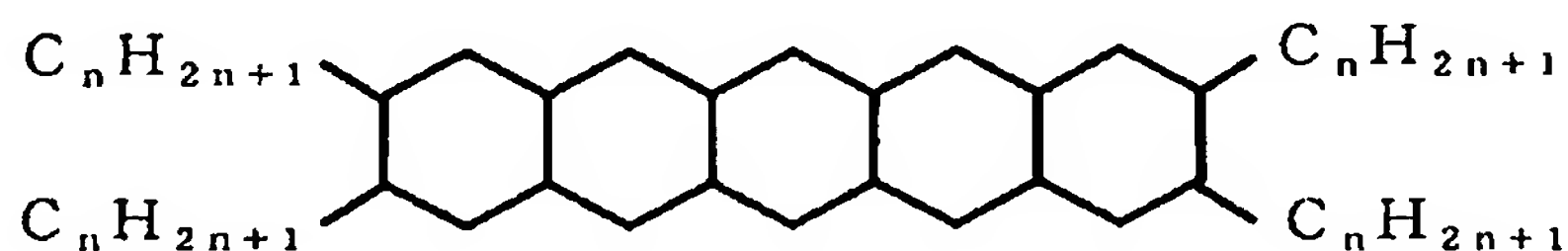
[0039] 図2に示すように、この半導体デバイス201は、基板2を有している。基板2の上には一対の電極6, 7が間隔を有して対向するように形成され、一対の電極6, 7と一対の電極6, 7の間の基板2の表面を覆うように電子機能材料薄膜1が形成されている。本実施の形態の電子機能材料薄膜1は、配向された有機半導体化合物5で実質的に構成されている。有機半導体化合物5は、ここでは、例えば、後述するペンタセンで構成されている。

[0040] 次に、以上のように構成された電子機能材料薄膜1の製造方法を説明する。

[0041] 図3(a)～図3(d)は、本発明の実施の形態1の電子機能材料薄膜の製造方法を工程別に概念的に示す断面図である。

図1において、まず混合材料準備工程において、電子機能材料としての有機半導体化合物であるペンタセンとマトリクス材料とを、混合比約1:1で混合し、有機半導体化合物とマトリクス材料との混合材料を準備する。具体的には、例えば、ペンタセンとして、下記化学式(以下、化学式1という)において、置換アルキル基を有し、望ましくは少なくとも $n=1\sim5$ の置換アルキル基を有し、有機溶媒に溶解するようにされたものを使用する。

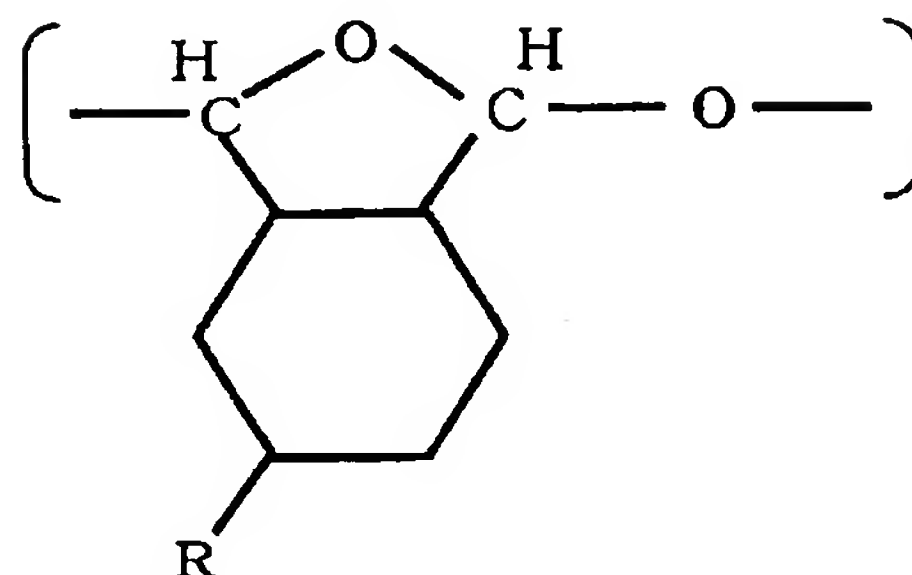
[0042] [化1]



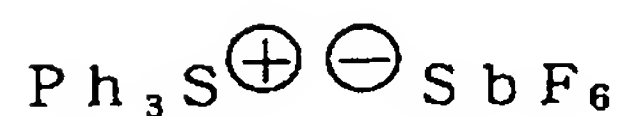
[0043] マトリクス材料は、シクロヘキサノン中に下記化学式(以下、化学式2という)に示すポリフタルアルデヒド系のレジスト材料である、PCPA($R=\text{Cl}$)あるいはPBPA($R=\text{Br}$)と、感光性を有するように例えば下記化学式(以下、化学式3という)に示す光開始剤であるトリフェニルスルホニウムヘキサフルオロアンチモン酸塩を数%添加して混合したものである。この添加剤以外に必要に応じて増感剤などを混合してもよい。ま

た、材料を混合し易いように、他の有機溶媒を必要に応じて加えてもよい。

[0044] [化2]



[0045] [化3]



[0046] 図3(a)において、混合材料層形成工程として、混合材料準備工程で準備した混合材料を、一对の電極6、7が間隔を有して対向するように形成された基板2上にスピンコートなどの方法により約1 μm の厚みに塗布し、その後、この基板2を摂氏約100度で仮ベーキングして有機溶媒を蒸発させ、マトリクス材料4と有機半導体化合物5とを含んだ混合材料層3を形成する。

[0047] 次いで、図3(b)において、配向処理工程として、混合材料層3を、ロールコーター9によりずれ応力(シヤー)を掛けて所定の方にずれ変形させる。すると、図3(b)に示すように、化学式2に示すポリフタルアルデヒド系レジスト材料からなるマトリクス材料4の分子が、所定の方に延伸されて配向(配列)すると同時に、マトリクス材料4の配向した分子に取り囲まれた、化学式1に示すペンタセンからなる有機半導体化合物5も、マトリクス材料4の分子とほぼ並んで(沿って)所定の方に配向(配列)する。

[0048] 次いで、図3(c)において、マトリクス材料除去工程として、配向された混合材料層3に、波長254nm、 $0.38\text{mJ}/\text{m}^2$ の弱い強度の紫外線(UV)を照射して、この混合材料層を露光する。あるいは、紫外線に代えて同じレベルの電子ビームエネルギーを照射してもよい。なお、マトリクス材料4として、本実施の形態では、紫外線照射下で自己現像が発生しない材料を用いているが、若干の自己現像が発生しても構わない。

[0049] その後、図3(d)において、紫外線照射された混合材料層3(正確には基板2)を、摂氏約160度で2分間、加熱ベーキングする。すると、混合材料層3の中の配向したポリフタルアルデヒド系レジスト材料からなるマトリクス材料4は、このように紫外線照射されかつ加熱されることにより、単量化(モノマー化)してモノマーアルデヒドに戻り、それにより、基板2から昇華揮発する熱現像を起こす。これにより、有機半導体化合物5を配向させるが膜としての特性保持には不要な材料であるマトリクス材料4が混合材料層3中から除去され、基板2上には、所定の方向に配向した有機半導体化合物5の層が残る。これにより、この有機半導体化合物5の有機半導体層からなる電子機能材料薄膜1が形成される。この場合、所定の方向に配向した有機半導体化合物5の分子は、加熱ベークにより互いに緊密に詰め込まれ(パッキングされ)、厚みが約 $0.5\mu\text{m}$ となつて、強固でほぼペンタセンばかりからなる有機半導体膜である電子機能材料薄膜1が形成される。

次に、以上のように構成され製造された電子機能材料薄膜1の特性について説明する。

[0050] 本件発明者は、従来の方法により、ペンタセン有機半導体化合物を使って配向度が低く残滓が残った状態の電子機能材料薄膜を比較例1として製造し、これを本実施の形態による電子機能材料薄膜1と比較した。この比較においては両者の断面積を略同一としかつ電極間の距離を同一として、導電度を測定した。その結果、本実施の形態による電子機能材料薄膜1の導電度は比較例1の約10倍であった。このことから、比較例1のキャリア移動度は約 $0.1\text{cm}^2/\text{Vs}$ であるので、本実施の形態による電子機能材料薄膜1のキャリア移動度として、約 $1\text{cm}^2/\text{Vs}$ という高い値が得られたものと推測される。これは、当該有機半導体化合物5の分子を分子レベルで良好に

配向させて電荷輸送状態を向上させた材料とほぼ同じレベルの高い特性であった。

- [0051] 以上に説明したように、本実施の形態による電子機能材料薄膜1は、有機半導体化合物5の分子をより良好に配向させ、かつその有機半導体化合物5分子の間に存在する不要なマトリクス材料4の分子を除去するようにして形成するので、当該電子機能材料を使用した半導体層として高い特性を有する。
- [0052] また、本実施の形態の電子機能材料薄膜の製造方法によれば、マトリクス材料4として、加熱ベーキングで昇華除去できる熱現像型のレジスト材料を使用して乾式エッチングをするので、基板上に残った電子機能材料である有機半導体化合物5の分子の配向性が乱れることがほとんどなく、良好な特性を有する半導体層を得ることが可能である。
- [0053] なお、上記において、マトリクス材料4はモノマー化して昇華揮発することで基板2から除去されるので、現像装置には除去されたマトリクス材料4の分子を取り除く機能を付加しておくことが望ましい。
- [0054] また、上記では、マトリクス材料4として、光開始剤を添加することで感光性を有するようにしたポリフタルアルデヒド系材料を例示して説明したが、マトリクス材料4は、熱現像型で加熱によりモノマー化して昇華する型の感光性レジスト材料であればよく、好ましくはほぼ棒状の化合物分子からなる昇華性の熱現像型感光性レジスト材料であることが望ましい。
- [0055] また、上記では、マトリクス材料4として、紫外線照射による露光後、加熱ベーキングすることで熱現像できるものを用いたが、ポリフタルアルデヒドにオニウム塩を添加したレジストなどは、室温で解重合を起こす材料であるので、紫外線照射による露光後、加熱ベーキングなしで現像できるこれらの自己現像レジストもマトリクス材料4として同様に使用することができる。
- [0056] また、上記では、有機半導体化合物5とマトリクス材料4との混合比率を約1:1としたが、所望の特性に応じた他の混合比率でもよい。
- [0057] また、混合材料層3への紫外線照射条件や加熱条件は、上述の条件には限定されず、上述の材料に対して適切な条件であればよい。
- [0058] また、上記では、有機半導体化合物5としてペンタセンを使用したか、テトラセン、チ

オフェンオリゴマ誘導体、フェニレン誘導体、フタロシアニン化合物、ポリアセチレン誘導体、ポリチオフェン誘導体、シアニン色素などの有機半導体化合物でもよく、またこれらの材料に限定されるものではない。

[0059] また、上記では、電子機能材料として、有機材料系の有機半導体化合物5を使用した。有機材料系の有機半導体化合物と無機材料系のナノチューブを混合した複合系電子機能材料なども使用できる。

[0060] また、混合材料準備工程における混合材料層形成工程において、準備された混合材料をスピコートして混合材料層3を形成したが、印刷、射出、注入、インクジェット、吹き付け方法などの塗工方法により、混合材料層3を形成してもよい。

[0061] また、上記では、基板2上に形成された混合材料層3をロールコーター9によりずれ変形させてマトリクス材料4を配向させたが、混合材料層3を基板2から剥離して、この剥離した混合材料層3の両端を水平に互いに反対方向にほぼ一定の力で引っ張ることにより、マトリクス材料4を延伸して配向させてもよい。

(実施の形態2)

図4(a)～図4(d)は、本発明の実施の形態2の電子機能材料薄膜の製造方法を工程別に概念的に示す断面図である。

図4(d)に示すように、本実施の形態の電子機能材料薄膜11では、電子機能材料がカーボンナノチューブ材料で構成されている。その他の点は実施の形態2と同様である。

[0062] 具体的には、カーボンナノチューブは、半導体性のカーボンナノチューブであり、長さ約1～3 μm 、直径1～5nmのもので、混合系のカーボンナノチューブ材料から選別されたものである。なお、使用するカーボンナノチューブは、この形態の範囲外のものであっても構わない。

[0063] 次に、本実施の形態の電子機能材料薄膜11の製造方法を説明する。

[0064] 図4(a)において、混合材料準備工程として、半導体性のカーボンナノチューブ材料15と、化学式3に示す光開始剤を添加して感光性を有するようにした、化学式2に示すポリフタルアルデヒド系のレジスト材料からなるマトリクス材料4とを、混合比約0.5:1で混合した混合材料を準備する。必要であれば有機溶媒を混合してもよい。

- [0065] 次いで、混合材料層形成工程において、間隔を有して対向するように電極6、7が形成され基板2上に、スピコートなどの方法により混合材料を約 $0.5\mu\text{m}$ の厚みに塗布し、摂氏約100度で仮ベーキングし、混合材料層13を形成する。
- [0066] 図4(b)において、配向処理工程として、混合材料層13を、ロールコーター9によりずれ応力(シヤー)を掛けて所定の方にずれ変形させる。すると、化学式2に示すポリフタルアルデヒド系レジスト材料のマトリクス材料4の分子が、所定の方に延伸されて配向すると同時に、マトリクス材料4の配向した分子に取り囲まれた半導体性のカーボンナノチューブ材料15も、マトリクス材料4の分子とほぼ並んで所定の方に配向する。
- [0067] 図4(c)において、マトリクス材料除去工程として、配向させた混合材料層13に、波長254nm、 $0.38\text{mJ}/\text{m}^2$ の比較的弱い強度の紫外線(UV)を照射して混合材料層13を露光する。
- [0068] 次いで、図4(d)において、紫外線照射された混合材料層13を、摂氏約160度で2分間、加熱ベーキングする。すると、混合材料層13の中の配向したポリフタルアルデヒド系レジスト材料からなるマトリクス材料4は、紫外線照射されて加熱されることにより単量化してモノマーアルデヒドに戻り、基板2から昇華揮発する熱現象を起こす。これにより、カーボンナノチューブ材料15を配向させるが膜としての特性保持には不要な材料であるマトリクス材料4が混合材料層13中から除去され、基板2上には、所定の方に配向したカーボンナノチューブ材料15の層が残る。これにより、このカーボンナノチューブ材料15の無機半導体層からなる電子機能材料薄膜11が形成される。この場合、所定の方に配向したカーボンナノチューブ材料15の分子は、加熱ベーキングにより緊密に詰め込まれ、良好な特性を有するナノチューブ半導体層である電子機能材料薄膜11が形成される。
- [0069] 次に、以上のように構成され製造された電子機能材料薄膜11の特性について説明する。
- [0070] 本件発明者は、従来の方法により、半導体性のカーボンナノチューブを使って配向度が低く残滓が残った状態の電子機能材料薄膜を比較例2として製造し、これを本実施の形態による電子機能材料薄膜11と比較した。この比較においては両者の断

面積を略同一としかつ電極間の距離を同一として、導電度を測定した。その結果、本実施の形態による電子機能材料薄膜11の導電度は比較例2の約5倍であった。このことから、比較例2のキャリア移動度は約 $200\text{cm}^2/\text{Vs}$ であるので、本実施の形態による電子機能材料薄膜11のキャリア移動度として、約 $1000\text{cm}^2/\text{Vs}$ という高い値が得られたものと推測される。これは、当該半導体性のカーボンナノチューブを配向させて電荷輸送状態を向上させた材料とほぼ同じレベルの高い特性であった。

[0071] 以上に説明したように、本実施の形態による電子機能材料薄膜11は、半導体性のカーボンナノチューブ15の分子をより良好に配向させ、かつその半導体性のカーボンナノチューブ15の分子の間に存在する不要なマトリクス材料4の分子を除去するので、半導体性のカーボンナノチューブを利用して形成した本発明の電子機能材料薄膜は、当該電子機能材料を使用した半導体層として高い特性を有する。

[0072] なお、上記において、カーボンナノチューブ材料15とマトリクス材料4との混合比率を約0.5:1としたが、所望の特性に応じた他の混合比率でもよい。

[0073] また、混合材料13への紫外線照射条件や加熱条件は材料に適切な条件であればよい。

[0074] また、マトリクス材料4として、エッチング現像液で現像することができるエッチング現像型の感光性レジストを使用してもよい。この場合には、マトリクス材料4はエッチング現像液により溶解除去される。

[0075] また、上記では、電子機能材料11として、無機材料系のカーボンナノチューブを使用した。が、電子機能材料11として、他の無機材料系半導体材料を用いても構わない。

[0076] また、電子機能材料11として、有機材料系の有機半導体化合物と無機材料系のナノチューブとを混合した複合系電子機能材料などを用いてもよい。

(実施の形態3)

実施の形態1, 2の電子機能材料薄膜は、これを構成する有機半導体化合物あるいはナノチューブなどの電子機能材料の分子を良好に密に配向させてその充填密度を向上させることにより、電子機能材料分子間の電子的な接合点密度を高くすることができて、電子機能材料薄膜の電気伝導率やキャリア移動度をさらに向上すること

ができる。その結果、優れた電気特性を持つ電子機能材料薄膜である導電性薄膜あるいは半導体層として用いることができ、薄膜トランジスタ、微小回路デバイスや高性能電子デバイス部品の製作に利用することができる。

本発明の実施の形態3は、このうちの実施の形態1の電子機能材料薄膜1を半導体層として使用した薄膜トランジスタを例示する。

[0077] 図5(a)及び図5(b)は、本実施の形態に係る薄膜トランジスタの製造方法を概念的に示す断面図である。

[0078] 図5(b)に示すように、本実施の形態の薄膜トランジスタ20は、基板2を有している。基板2の上には、金などからなるゲート電極25が形成されている。そして、ゲート電極25とゲート電極25が形成された部分以外の基板2の表面とを覆うように酸化シリコンなどからなるゲート絶縁膜23が形成されている。ゲート絶縁膜23の上には平面視においてゲート電極25の両側に位置するように、それぞれ金などからなるソース電極16とドレイン電極27とが形成されている。そして、ソース電極16とドレイン電極27との間のゲート絶縁膜23と、該ソース電極16及びドレイン電極27とを覆うように、有機半導体層21が形成されている。この有機半導体層21は実施の形態1の電子機能材料薄膜1で構成されている。

[0079] 次に、以上のように構成された薄膜トランジスタ20の製造方法を説明する。

[0080] 図5(a)において、まず、基板2上に、薄膜作成技術、フォトリソ技術、リフトオフ技術などによってボトムに金などの電極材料によりパターンを形成してゲート電極25を形成する。次に、ゲート電極25上を覆うように、酸化シリコンなどによるゲート絶縁膜23を形成する。次に、ゲート絶縁膜23の上に平面視においてゲート電極25を挟んで対向するように、金などの電極材料によりパターンを形成して、ソース電極26、ドレイン電極27を形成する。

[0081] 次に、実施の形態2で説明した電子機能材料薄膜1である有機半導体層21を、ソース電極26、ドレイン電極27を覆うようにゲート絶縁膜23の上に以下の如く形成し、それにより図5(b)に示すボトムゲート型の薄膜トランジスタ20を得る。保護膜などは簡略化するために図示されていない。

[0082] 図5(a)において、半導体層としての電子機能材料薄膜1からなる有機半導体層21

は、実施の形態1と同じように形成される。

[0083] すなわち、ソース電極26とド레인電極27との間のゲート絶縁膜23の表面と、ソース電極26及びド레인電極27の少なくとも一部との上に、以下の混合材料を塗布する。

[0084] 混合材料は、電子機能材料である化学式1に示すペンタセンからなる有機半導体化合物5と、化学式3に示す光開始剤を数%添加し、感光性を有するようにした化学式2に示すポリフタルアルデヒド系のレジスト材料からなるマトリクス材料4とを、混合比約1:1で混合したものである。そして、マトリクス材料4と有機半導体化合物5との混合材料を、スピコートや印刷、インクジェットなどの塗工方法により約1 μ mの厚みで、ソース電極26及びド레인電極27の少なくとも一部にまたがってゲート絶縁膜23の表面に塗布し、その後、摂氏約100度で仮ベーキングして混合材料層3が形成される。次いで、この混合材料層3を、ロールコーター(図示せず)などにより所定の方に、例えば、ソース電極26とド레인電極27とを結ぶ方向に、ずれ応力を掛けてずれ変形させる。そして、図5(a)に示すように、混合材料層3に紫外線を照射する。

[0085] 次いで、図5(b)において、摂氏約160度で2分間、加熱ベーキングする。すると、混合材料層3の中の配向したマトリクス材料4は、紫外線照射されて加熱されることにより単量化してモノマーに戻り、熱現像により昇華揮発して、混合材料層3から除去される。すなわち、このマトリクス材料除去工程により、マトリクス材料4は有機半導体化合物5を配向させるが、有機半導体層21としての特性保持には不要な材料として除去される。

[0086] これにより、所定の方に配向した有機半導体化合物5の分子層がゲート絶縁膜23、ソース電極26、及びド레인電極27上に残存し、これが電子機能材料薄膜11である有機半導体層21を構成する。かくして、この有機半導体層21を半導体層として備えた薄膜トランジスタ20が作成される。

[0087] この薄膜トランジスタ20においては、有機半導体層21が、有機半導体化合物5の分子を良好に配向させて電荷輸送の性能を高めていて、かつ配向させた有機半導体化合物5の分子の間に存在する不要なマトリクス材料4の分子を除去されるようにして形成されている。このように形成された有機半導体層21は、有機半導体材料として

本来有する特性がさらに向上し、半導体層としての高い特性を有している。

- [0088] 実験の結果、本実施の形態による薄膜トランジスタ20のオン電流は、同じ特性の有機半導体材料を使用して従来技術によって形成された、配向度が低く残滓が残った有機半導体層による薄膜トランジスタのオン電流の約10倍であった。(ご確認をお願い致します)

このことから、従来の有機半導体層による薄膜トランジスタのチャネルのキャリア移動度は、約 $0.1\text{cm}^2/\text{Vs}$ であるので、本実施の形態による薄膜トランジスタ20のチャネルのキャリア移動度として約 $1\text{cm}^2/\text{Vs}$ という高い値が得られたものと推測される。

- [0089] 以上に説明したように、本実施の形態3によれば、薄膜トランジスタ20は、その半導体層21が、これを形成する電子機能材料薄膜1の内部の電子機能材料分子を良好に密に配向させてその充填密度を向上させ、かつ、電子機能材料分子の間に存在する不要なマトリクス材料4の分子を除去して形成されているので、電子機能材料としての本来の特性を十分に保持した、チャネルにおける高いキャリア移動度を有している。従って、本実施の形態の薄膜トランジスタ20は、微小な回路デバイスや高性能電子デバイスなどに適用でき、優れた特性を持つ半導体層を有する薄膜トランジスタとして利用することができる。

次に、本実施の形態の変形例を説明する。

- [0090] 本変形例による薄膜トランジスタでは、混合層3が、液晶性有機半導体化合物、例えば4'-nペンチル-4-シアノビフェニル5CBと半導体性のナノチューブ、例えばカーボンナノチューブとを混合して形成される。そして、この混合層3における液晶性有機半導体化合物を所定の方向に配向させるために、ソース電極26とドレイン電極27との間のゲート絶縁膜23と、ソース電極26及びドレイン電極27との上に例えばポリイミド配向膜が形成されている。このポリイミド配向膜が配向処理されており、この配向処理に従って、液晶性有機化合物と共にナノチューブも配向する。そして、この混合層3が 1.013kPa (0.01 気圧)程度の減圧下で 250°C まで急加熱されることにより、5CBが揮発し、混合層3にナノチューブのみが配向状態をほぼ保ったまま残る。この残された半導体性ナノチューブによって、薄膜トランジスタの半導体層が構成される。

- [0091] なお、上記で、薄膜トランジスタ20の半導体層を実施の形態1の電子機能材料薄

膜1で構成したが、これを実施の形態2の電子機能材料薄膜11で構成しても構わない。

[0092] また、電子機能材料として有機半導体化合物と半導体性のカーボンナノチューブとを複合させた複合系半導体層を形成して利用しても構わない。

[0093] また、上記で、マトリクス材料4として、光開始剤を添加して感光性を有するようにしたポリフタルアルデヒド系材料を使用したか、熱現像型で加熱によりモノマー化して昇華する型の感光性レジスト材料であれば構わない。

[0094] また、マトリクス材料4として、熱現像型で加熱によりモノマー化して昇華する型の感光性レジスト材料を用いたが、マトリクス材料4として、エッチング現像液で現像することができるエッチング現像型の感光性レジストを使用してよい。この場合には、マトリクス4材料はエッチング溶液により溶解除去される。

[0095] また、有機半導体化合物5とマトリクス材料4との混合比率を約1:1としたが、所望の特性に応じた他の混合比率でもよい。また、混合材料への紫外線照射条件や加熱条件は材料に対して適切な条件であればよい。

[0096] また、上記では、本発明を、ゲート電極を基板上のボトムに設けたボトムゲート型の薄膜トランジスタに適用する場合を説明したが、ゲート電極をゲート絶縁膜上、すなわち基板上のトップに設けたトップゲート型の薄膜トランジスタにおいても上記と同様に本発明を適用することが可能である。

[0097] また、本発明の実施の形態による薄膜トランジスタにおいて、ゲート電極、ソース電極、ドレイン電極の材料としては、導電性で、基板や半導体と反応しないものならば使用可能である。例えば、ドーピングしたシリコンや、金、銀、白金、プラチナ、パラジウムなどの貴金属や、リチウム、セシウム、カルシウム、マグネシウムなどのアルカリ金属やアルカリ土類金属の他に、銅、ニッケル、アルミニウム、チタン、モリブデンなどの金属、また、それらの合金も使用できる。その他、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリアニリン、ポリフェニレンビニレンなどの導電性の有機物も使用できる。特に、ゲート電極は他の電極よりも電気抵抗が大きくても動作可能であるので、製造を容易にするためにソース電極、ドレイン電極とは異なる材料を使用してもよい。

[0098] また、ゲート絶縁膜としては、電気絶縁性で、基板や電極、半導体と反応しないもの

ならば使用可能である。また、基板として、先に例示した柔軟なもの以外に、シリコン上に通常のシリコン酸化膜が形成された基板を用い、このシリコン酸化膜をゲート絶縁膜として用いてもよい。さらに、酸化膜形成後に樹脂などの薄層を設けてもゲート絶縁膜として機能する。また、ゲート絶縁膜を、基板や電極と異なる元素で構成される化合物をCVDや蒸着、スパッタなどで堆積したり、溶液として塗布、吹き付け、電解により付着させたりして形成してもよい。また、薄膜トランジスタのゲート電圧を下げるために、誘電率の高い物質をゲート絶縁膜の材料として用いることも知られており、強誘電性化合物や強誘電体ではないが誘電率の大きな化合物をゲート絶縁膜の材料として用いてもよい。さらに、無機物に限らず、ポリフッ化ビニリデン系やポリシアニン化ビニリデン系などの誘電率の大きな有機物をゲート絶縁膜の材料として用いてもよい。

また、ナノチューブは、将来において、カーボン他の材料からなるナノチューブも使用できる可能性がある。

(実施の形態4)

本発明の電子機能材料薄膜や薄膜トランジスタは、薄膜形成や半導体層の形成において、従来の低温の薄膜形成技術が使用できるので、フレキシブルな曲げることが可能なプラスチック板や薄いガラス基板の他に、厚さの薄いポリイミドフィルムなどのしなやかな性質を有する樹脂フィルムなどの基板も使用できる。例えばポリエチレンフィルム、ポリスチレンフィルム、ポリエステルフィルム、ポリカーボネートフィルム、ポリイミドフィルム等からなる基板が用いられる。これにより、プラスチックや樹脂フィルムを基板としたしなやかな(フレキシブルな)ペーパーディスプレイあるいはシートディスプレイなどに用いることができる。

本発明の実施の形態4は本発明の電子機能材料薄膜や薄膜トランジスタ用いたペーパー(シート)ライクな画像表示装置を例示する。

[0099] 図6は、本発明の実施の形態4に係る画像表示装置の構成を概念的に示す平面図である。

[0100] 図6において、アクティブマトリクス型の画像表示装置51は、プラスチック基板52を有している。このプラスチック基板52の上に、複数本の行電極53と複数本の列電極

54とが平面視において交差(実際には立体交差)するように形成されている。そして、プラスチック基板52と所定の間隙を有して対向するようにディスプレイパネル58が配設され、その間隙に、例えば、光機能材料(光を透過及び遮断し、又は発光及発光停止する材料)が封入されている。そして、平面視において、行電極53と列電極54とでマトリクス状に区画された領域が画素を構成している。行電極53と列電極54との交差点55の近傍には微細な薄膜トランジスタ(図示せず)からなるスイッチング素子が配置されており、この薄膜トランジスタが実施の形態3の薄膜トランジスタで構成されている。行電極53及び列電極54はそれぞれ駆動回路56a、56bに接続され、駆動回路56a、56bは制御回路(コントローラ)57によって制御されている。

[0101] この画像表示装置51では、制御回路57に制御されて駆動回路56a、56bが行電極53及び列電極54に画像信号に応じて電圧を印加し、この電圧に応じて各画素の光機能材料が動作して、ディスプレイパネル58の画面に画像信号に応じた画像が表示される。その際、各画素に対応するスイッチング素子が順次ON/OFFされることにより、全画素を順次走査するようにして画像が表示される。

[0102] ここで、本実施の形態では、スイッチング素子が本発明の薄膜トランジスタで構成されているので、画像信号を良好な特性でON/OFFすることができる。また、しなやかな基板を使用した高精細な画像表示装置である、リライタブル可能なペーパーライク電子ディスプレイやシートディスプレイを実現することができる。また、電子機能材料薄膜や薄膜トランジスタを含む半導体回路装置として、ディスプレイパネル58の周辺の駆動回路56a、56bや制御回路57を構成することにより、ディスプレイパネル58とこれらの回路56a、56b、57を一体で製作することができるので、しなやかなリライタブル可能なペーパーライク電子ディスプレイやシートディスプレイなどの画像表示装置を得ることができる。

[0103] 画像表示装置51は、具体的には、液晶表示方式、有機EL方式、エレクトロクロミック表示方式(ECD)、電解析出方式、電子粉流体方式や干渉型変調(MEMS)方式などによる画像表示装置で構成される。

[0104] なお、本発明の電機機能材料薄膜や薄膜トランジスタを含んだ半導体回路装置は、携帯機器や、無線ICタグ(RFIDタグ)などの使い捨て機器、あるいはその他の電

子機器、ロボット、超小型医療器具、その他の産業分野に用いることができる。

- [0105] 上記説明から、当業者にとっては、本発明の多くの改良や他の実施形態が明らかである。従って、上記説明は、例示としてのみ解釈されるべきであり、本発明を実行する最良の態様を当業者に教示する目的で提供されたものである。本発明の精神を逸脱することなく、その構造及び／又は機能の詳細を実質的に変更できる。

産業上の利用可能性

- [0106] 本発明の電子機能材料の配向処理方法は、電子機能材料の特性をほとんど損なうことなく良好なキャリア移動度を有する電子機能材料薄膜などを簡便に得ることが可能な電子機能材料の配向処理方法として有用である。
- [0107] 本発明の電子機能材料薄膜の製造方法は、電子機能材料の特性をほとんど損なうことなく良好なキャリア移動度を有する電子機能材料薄膜の製造方法として有用である。

本発明の薄膜トランジスタの製造方法は、電子機能材料の特性をほとんど損なうことなく良好なキャリア移動度を有する電子機能材料薄膜を半導体層として用いた薄膜トランジスタの製造方法として有用である。

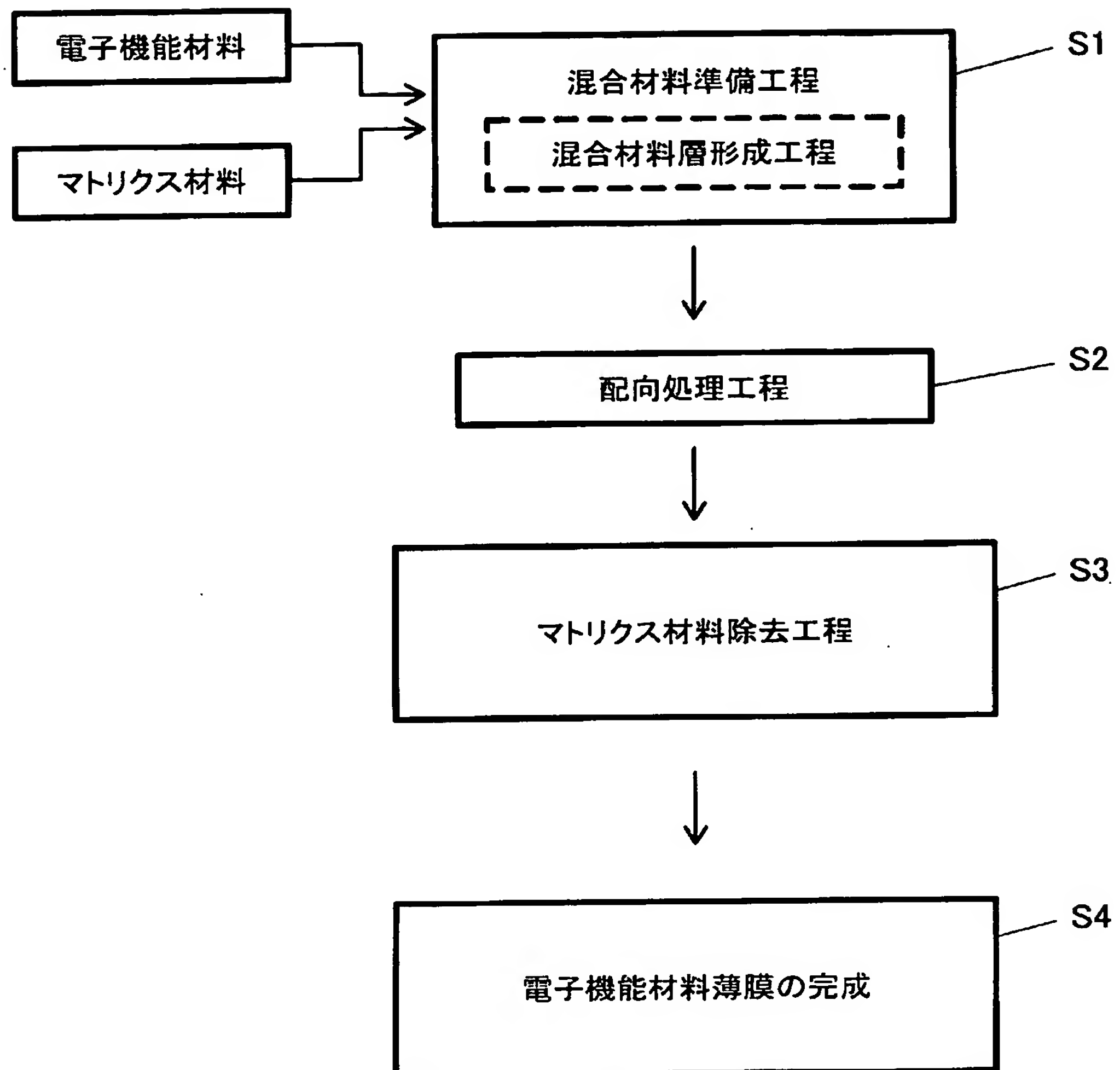
本発明の電子機能材料薄膜は、電子機器等に用いられ、柔軟でかつ良好なキャリア移動度を有する薄膜として有用である。

本発明の薄膜トランジスタは、ペーパーライクあるいはシート状の画像表示装置等に用いられ、良好なキャリア移動度を有する薄膜トランジスタとして有用である。

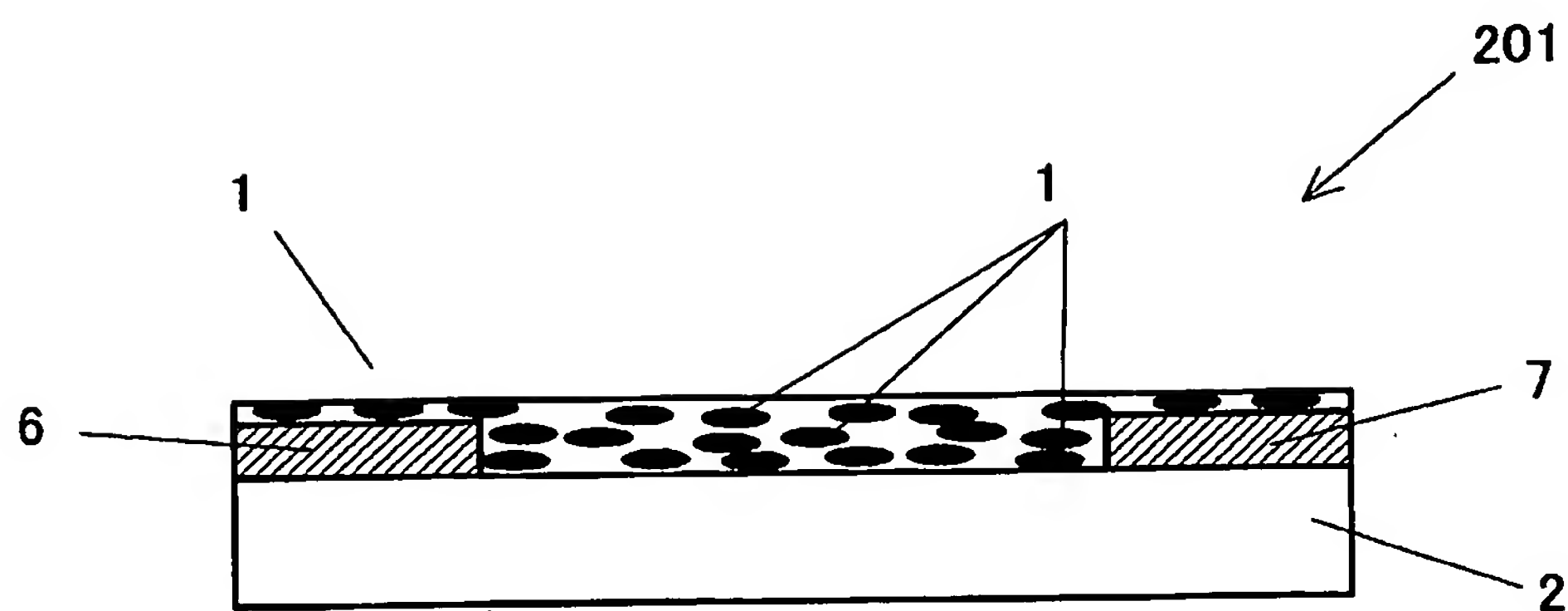
請求の範囲

- [1] 電子機能材料と前記電子機能材料を配向させるためのマトリクス材料との混合材料を準備する混合材料準備工程と、前記混合材料を配向させる配向処理工程と、前記配向された前記混合材料の中の前記マトリクス材料を除去するマトリクス材料除去工程と、を有する電子機能材料の配向処理方法。
- [2] 前記電子機能材料は、有機半導体化合物を含む、請求項1記載の電子機能材料の配向処理方法。
- [3] 前記電子機能材料は、ナノチューブを含む、請求項1記載の電子機能材料の配向処理方法。
- [4] 前記混合材料準備工程は、前記混合材料を含んだ混合材料層を形成する混合材料層形成工程を有する、請求項1記載の電子機能材料の配向処理方法。
- [5] 前記配向処理工程では、延伸、ずれ変形及び液晶配向の少なくともいずれかにより前記混合材料を配向させる、請求項1記載の電子機能材料の配向処理方法。
- [6] 前記マトリクス材料除去工程では、加熱及びエッチングの少なくともいずれかにより前記マトリクス材料を除去する、請求項1記載の電子機能材料の配向処理方法。
- [7] 前記マトリクス材料は、紫外線に露光され又は電子ビームを照射された後、加熱されることにより、単量化し昇華して現像される熱現像型のレジスト材料を含む、請求項1記載の電子機能材料の配向処理方法。
- [8] 前記マトリクス材料は、感光性のポリフタルアルデヒド系材料を含む、請求項1記載の電子機能材料の配向処理方法。
- [9] 請求項1記載の電子機能材料の配向処理方法を用いて電子機能材料薄膜を形成する、電子機能材料薄膜の製造方法。
- [10] 請求項9記載の電子機能材料薄膜の製造方法によって半導体層を構成する前記電子機能材料薄膜を形成する、薄膜トランジスタの製造方法。
- [11] 請求項9記載の電子機能材料薄膜の製造方法によって得られた、電子機能材料薄膜。
- [12] 請求項11記載の電子機能材料薄膜で半導体層が構成されている、薄膜トランジスタ。

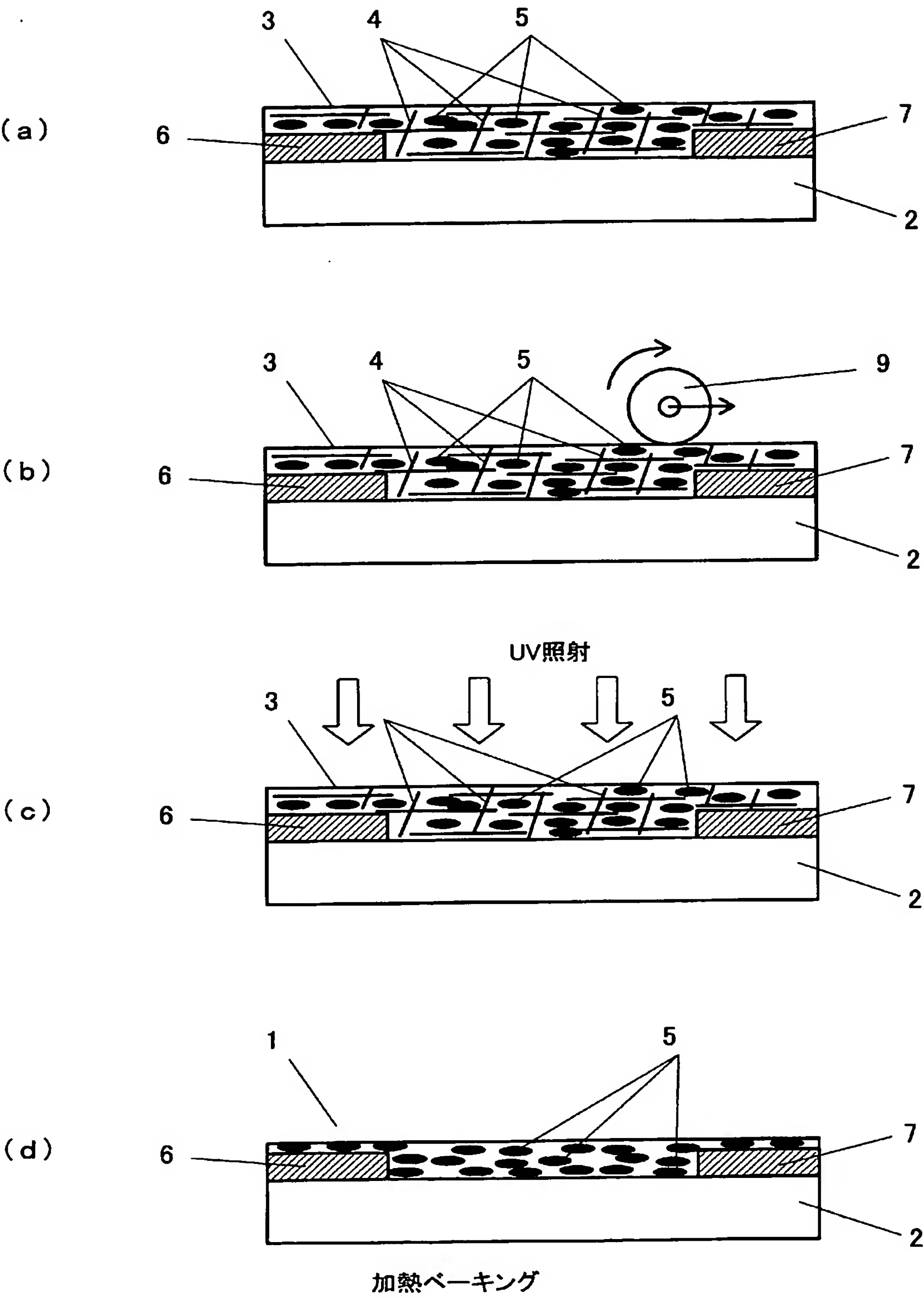
[図1]



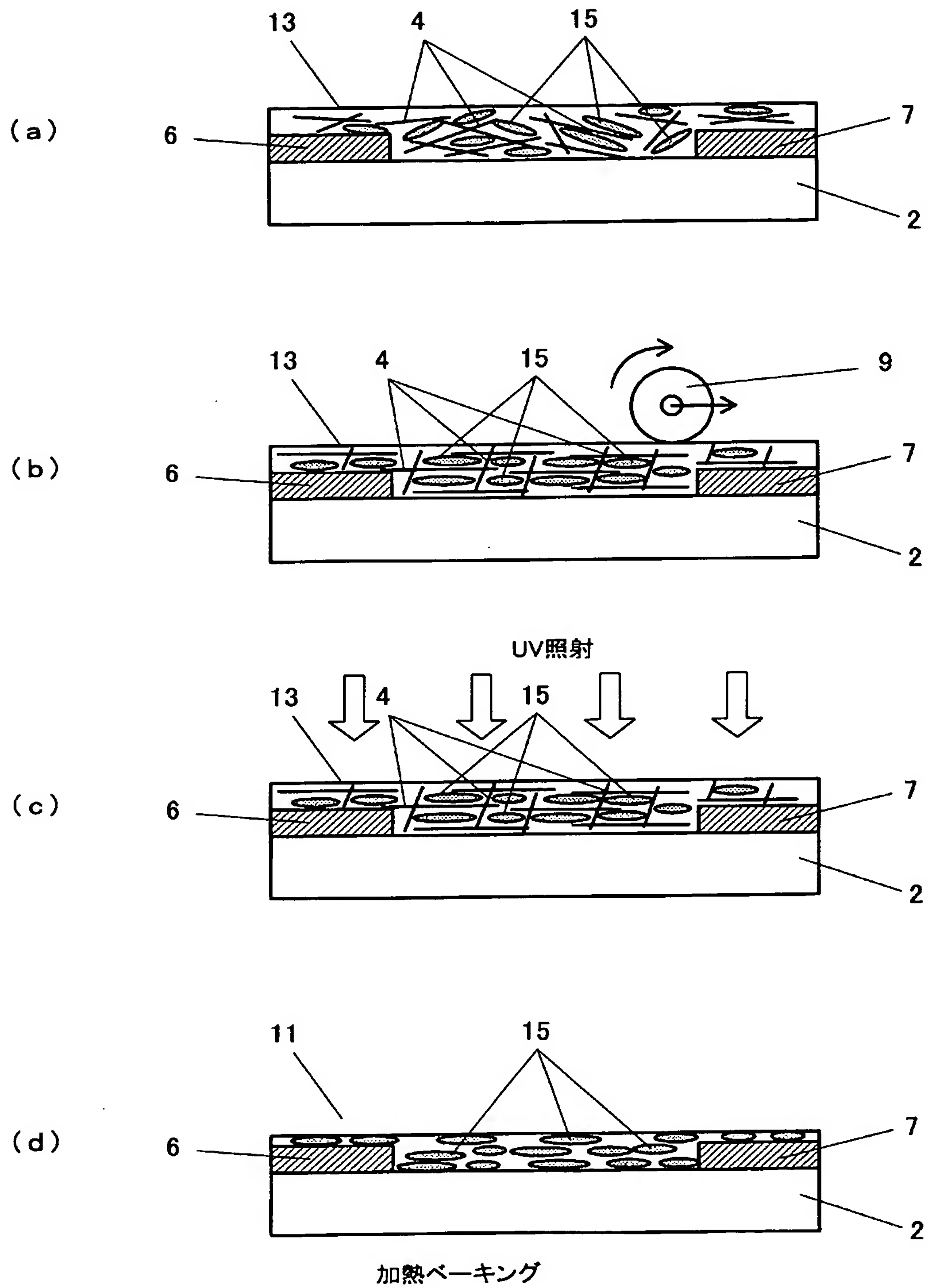
[図2]



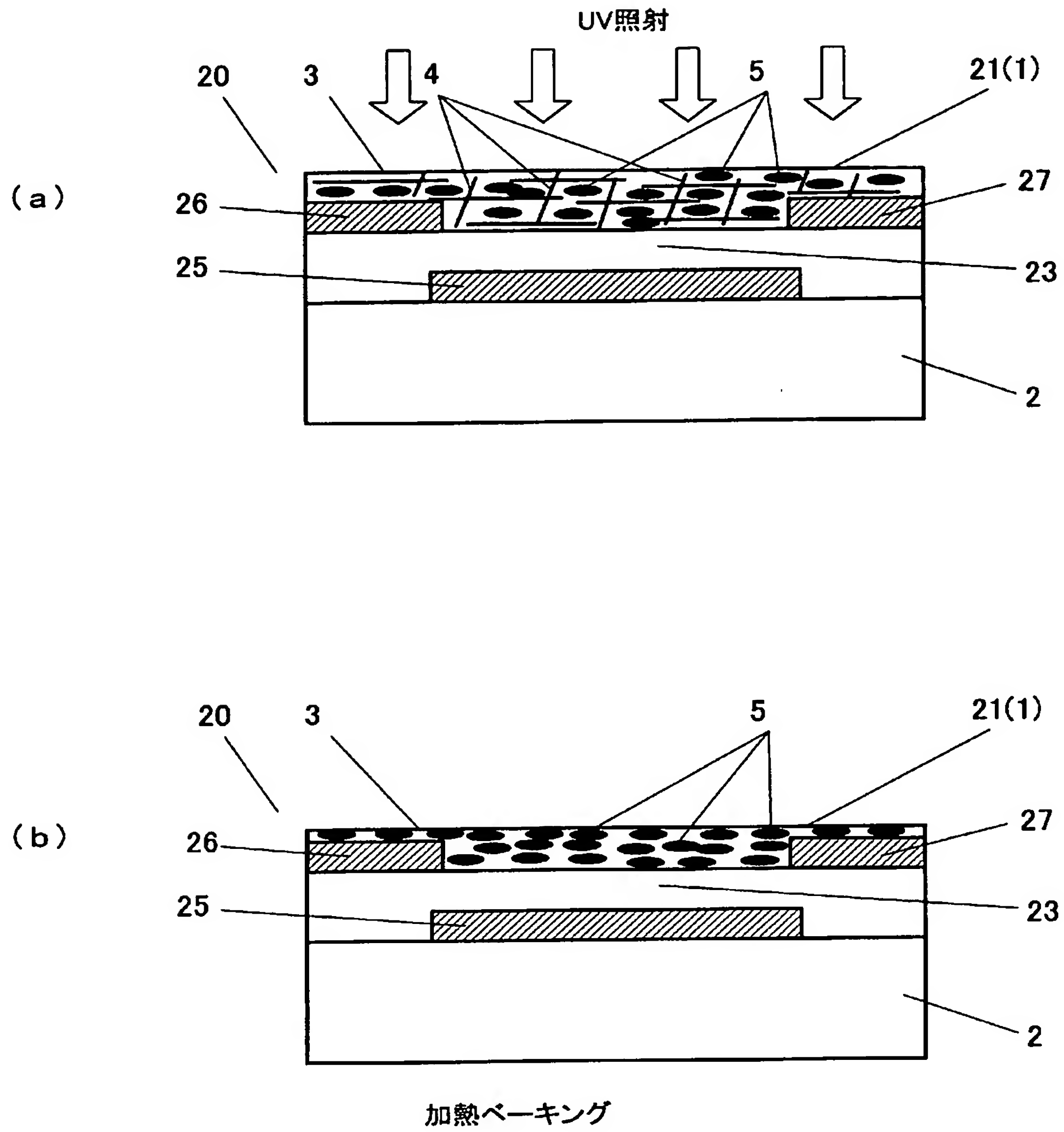
[図3]



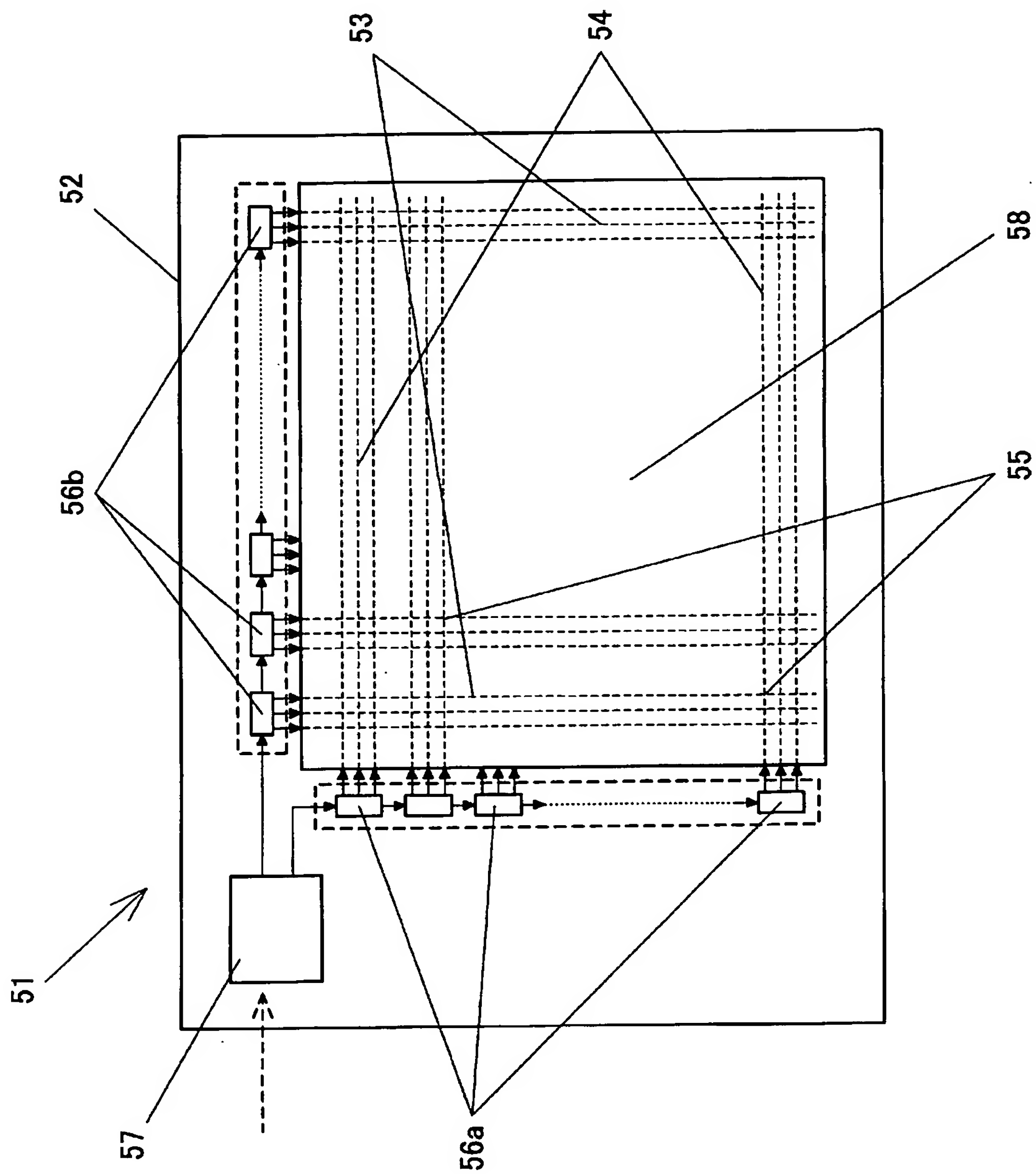
[図4]



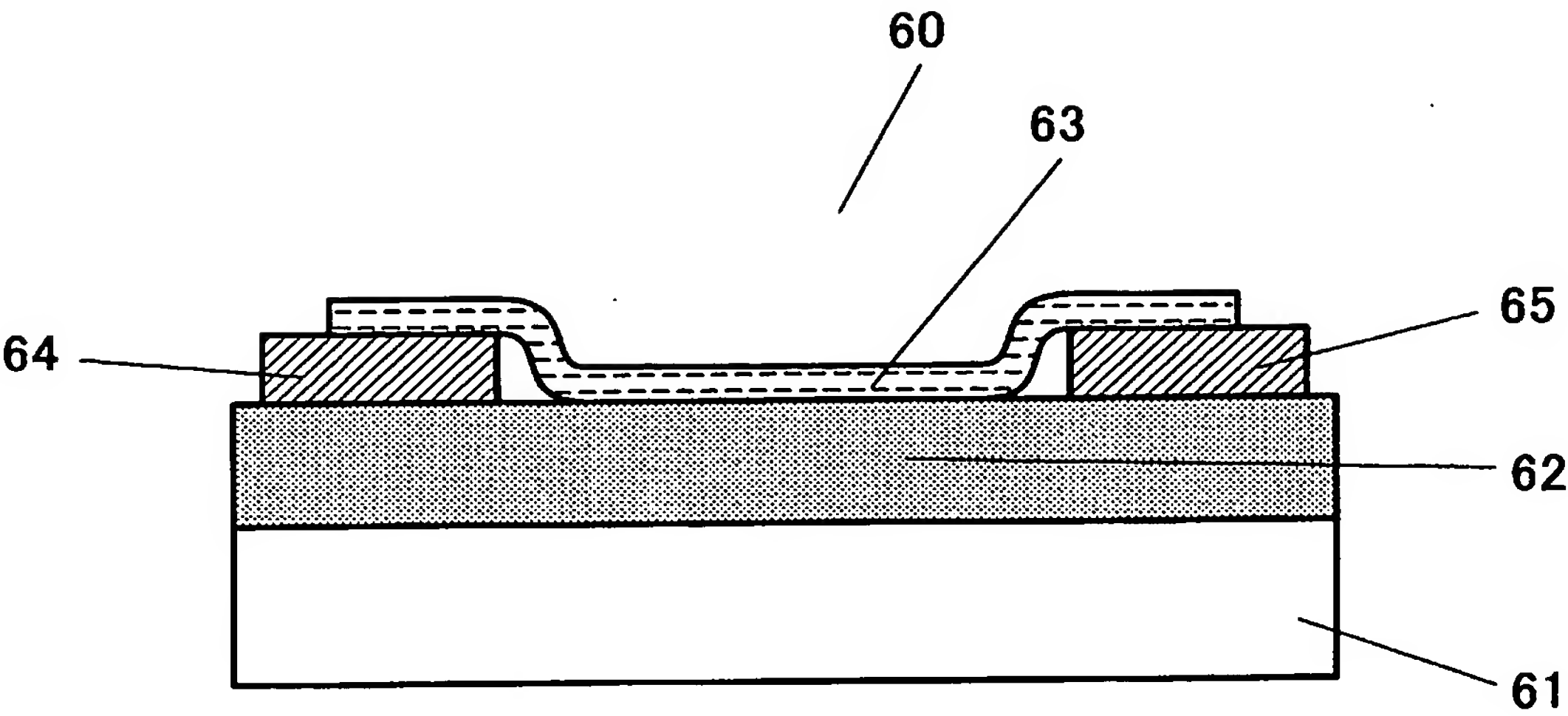
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2004/016574

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L51/00, H01L29/786, H01L29/06, B82B3/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L51/00, H01L29/786, H01L29/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 03/005450 A2 (PRESIDENT AND FELLOWS OF HARVARD COLLEGE), 16 January, 2003 (16.01.03), Pages 28, 48, 185 to 186 & JP 2004-535066 A & EP 1436841 A1	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 December, 2004 (18.12.04)

Date of mailing of the international search report
11 January, 2005 (11.01.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L51/00, H01L29/786, H01L29/06, B82B3/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L51/00, H01L29/786, H01L29/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	WO 03/005450 A2 (PRESIDENT AND FELLOWS OF HARVARD COLLEGE) 2003. 01. 16, p. 28, p. 48, p. 185-186 & JP 2004-535066 A & EP 1436841 A1	1-12

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献。

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18. 12. 2004

国際調査報告の発送日

11. 1. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

宮崎 園子

4L

9277

電話番号 03-3581-1101 内線 3496